

Считаем целесообразным применение предлагаемой схемы подключения при проектировании многорубежных систем охраны ядерных объектов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 19 июля 2007 г. № 456. – 14 с.

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЯДЕРНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОЯТ РЕАКТОРА

### ВВЭР-1000

С.И. Дорошук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [sid4@tpu.ru](mailto:sid4@tpu.ru)

Непрерывность знания всех характеристик ядерного топлива (ЯТ) является основной задачей обеспечения ядерной безопасности. Поэтому основная цель работы состоит в оценке содержания ядерных и радиоактивных материалов в ОЯТ реактора ВВЭР-1000 [1]. Для выполнения цели важно определить длительности кампании и нуклидный состав ЯТ, для этого выполнено следующее:

- определен спектр плотности потока нейтронов путем решения системы многогрупповых уравнений диффузии нейтронов итерационным способом. Запас реактивности в холодном состоянии составил 0,257, в горячем 0,237;

- оценено влияние поправок резонансной самоэкранировки ядер и температуры эксплуатации материалов на спектр плотности потока нейтронов [2];

- определено влияние карбида бора на спектр плотности потока нейтронов при компенсации избыточной реактивности, который в основном влияет на тепловую область за счет большого сечения поглощения. Также подобрана его концентрация, которая составила  $N = 2,219 \cdot 10^{19}$  ядер/см<sup>3</sup>;

- определено значение длительности кампании ВВЭР-1000, которое составило 700 эффективных суток. Рассчитаны концентрации всех нуклидов активной зоны реактора, включая продукты распада. По построенным графикам видно, что к концу кампании концентрация  $U^{238}$  составляет 98 % от начальной концентрации, а  $U^{235}$  – 31 % от начальной концентрации. Показаны зависимости накопления нуклидов плутония и продуктов деления от времени работы реактора. Итогом работы является сравнение двух спектров – на момент начала топливной кампании с компенсацией реактивности и на конец топливной кампании (представлено на рисунке 1). Основное различие составляет тепловая группа нейтронов, в которой происходит увеличение плотности потока нейтронов почти в 1,5 раза.



Рис. 1. Спектр плотности потока нейтронов в начале и конце топливной кампании в отн.ед.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.11.1995 N 170-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об использовании атомной энергии» [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://base.garant.ru/10105506/> – 20.11.19.
2. Абагян Л.П., Базазянц Н.О., Бондаренко И.И., Николаев М.Н. Групповые константы для расчёта ядерных реакторов – М: Атомиздат, 1964. – 137 с.

## ИММОБИЛИЗАЦИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

А.В. Васильев

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Россия, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, 1, 662972

E-mail: [Alexander.vasilyev2013@yandex.ru](mailto:Alexander.vasilyev2013@yandex.ru)

Жидкие радиоактивные отходы (РАО) высокого и среднего уровня активности, образующиеся при производстве плутония, удалялись либо в открытые водоемы (на ПО «Маяк» в Озерске), либо — в подземные пласты-коллекторы (на Сибирском химическом комбинате в г. Северске и на Горно-химическом комбинате (ГХК) в г. Железногорске). Для промежуточного хранения РАО и осветления растворов перед удалением, а также для длительного хранения высокоактивных растворов и суспензий на радиохимических предприятиях России используются емкости-хранилища (далее — емкости) повышенной вместимости (на ГХК — это емкости объемом 3200 и 8500 м<sup>3</sup>). Дальнейшее хранение этих отходов в емкостях опасно из-за наличия коррозионно- и взрывоопасных факторов [1]. На Горно-химическом комбинате совместно с сотрудниками ВНИИНМ (Москва), НИКИМТ (Москва), НПО РИ (Санкт-Петербург) проводились исследования процессов остекловывания радиоактивных материалов с использованием в качестве источника нагрева электромагнитного излучения микроволнового диапазона [2]. Исследования проводились в горячей камере центральной заводской лаборатории комбината. В качестве источника микроволнового излучения использовался высокочастотный генератор с рабочей частотой 2375 МГц и выходной мощностью 5 кВт.

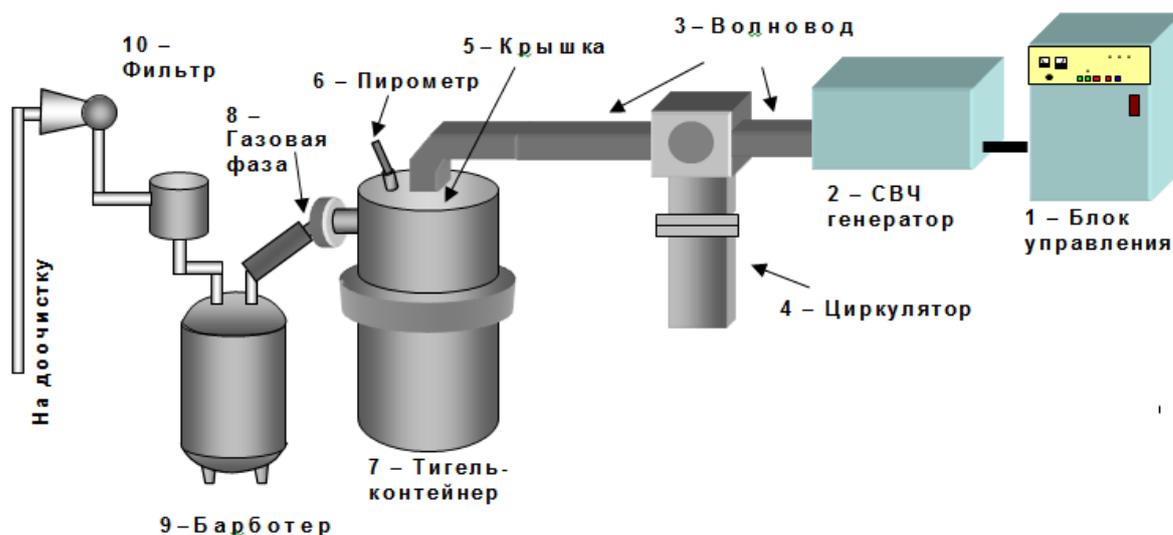


Рис.1 Схема микроволновой установки